

**Solenoid valve**

Veröffentlichungsnr. (Sek.) DE19636781  
Veröffentlichungsdatum : 1998-03-12  
Erfinder : SCHNATTERER JUERGEN (DE); STOLL KURT DIPL ING DR (DE)  
Anmelder : FESTO AG & CO (DE)  
Veröffentlichungsnummer :  DE19636781  
Aktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19961036781 19960911  
Prioritätsaktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19961036781 19960911  
Klassifikationssymbol (IPC) : F16K31/06; F15B13/043  
Klassifikationssymbol (EC) : F16K31/06D, F16K31/08E  
Korrespondierende

---

**Bibliographische Daten**

---

The solenoid has a valve element (28) which includes an anchor element (26) which moves between two end positions. In one position (32) the anchor is held by a permanent magnet (47). A first coil (12) counteracts the permanent magnetic field and enables a second coil (13) to move the anchor to the second position, where it is held by the second coil. The second coil is sufficiently large to hold the anchor against the return field from the permanent magnet. When the valve is in the second position the first coil is switched off leaving only a modest holding current in the second coil. The two coils are aligned coaxial with the first coil around the permanent magnet.

---

Daten aus der [esp@cenet](mailto:esp@cenet) Datenbank -- I2



⑯ Patentschrift  
⑯ DE 196 36 781 C 2

⑯ Int. Cl. 7:  
F 16 K 31/06  
F 15 B 13/043

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

⑯ Patentinhaber:

FESTO AG & Co, 73734 Esslingen, DE

⑯ Vertreter:

Patentanwälte Magenbauer, Reimold, Vetter & Abel, 73728 Esslingen

⑯ Erfinder:

Stoll, Kurt, Dipl.-Ing. Dr., 73732 Esslingen, DE;  
Schnatterer, Jürgen, 70794 Filderstadt, DE

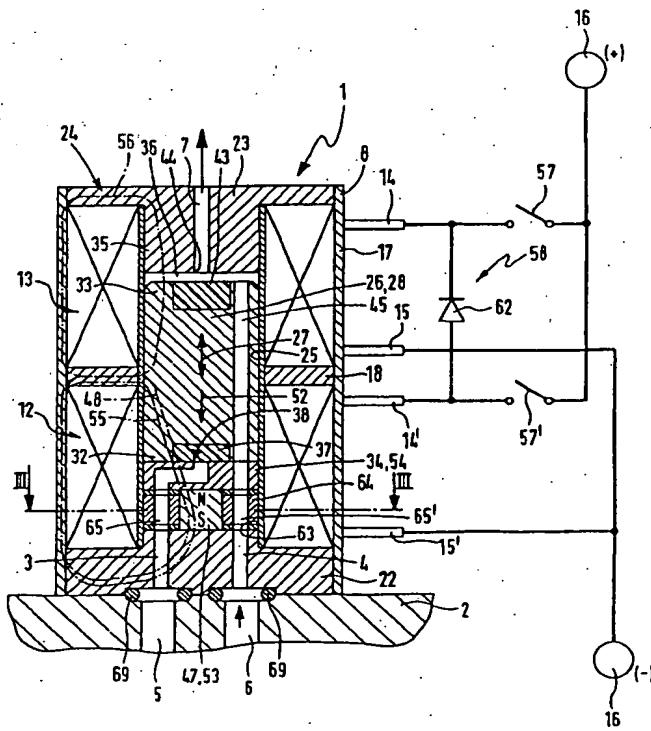
⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 44 39 695 A1  
DE 27 57 803 A1

Patent Abstr. of Japan M-49, 1981, Vol.5  
JP 55-135280 (A);

⑯ Magnetventil

⑯ Magnetventil, mit einer bestrombaren Spuleneinrichtung, die zumindest über eine erste und eine zweite Spuleneinheit (12, 13) verfügt, mit einem mit einem Ventili glied (28) zusammenwirkenden oder dieses bildenden, zumindest teilweise in der Spuleneinrichtung angeordneten und axial zwischen zwei Schaltstellungen bewegbaren Anker (26) und mit einer den Anker an seinem ersten axialen Anker-Endbereich (32) mit einer Stellkraft (52) in Richtung einer ersten Schaltstellung beaufschlagenden Rückstelleinrichtung, die von einer Permanentmagneteneinrichtung (47) gebildet ist, deren Permanentmagnetfeld (48) die den Anker (26) in Richtung der ersten Schaltstellung beaufschlagende Stellkraft (52) liefert, wobei das von der ersten Spuleneinheit erzeugbare erste Spulenmagnetfeld (55) unter Überlagerung des Permanentmagnetfeldes (48) der Permanentmagneteneinrichtung (47) auf den ersten Anker-Endbereich (32) einwirkt und zum Umschalten des Ankers (26) aus der ersten in die zweite Schaltstellung dem Permanentmagnetfeld (48) entgegengesetzt ist, und wobei das von der zweiten Spuleneinheit (13) erzeugbare zweite Spulenmagnetfeld (56) auf den axial entgegengesetzten zweiten Anker-Endbereich (33) einwirkt, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Spuleneinheiten (12, 13) durch eine Diodenschaltung (58) derart elektrisch miteinander verbunden sind, daß die beim Abschalten der zweiten Spuleneinheit (13) induzierte Abschaltspannung in der bereits abgeschalteten ersten Spuleneinheit (12) ein dem Permanentmagnetfeld (48) überlagertes, diesem gleichgerichtetes erstes Spulenmagnetfeld (55) erzeugt.



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Magnetventil, mit einer bestrombaren Spuleneinrichtung, die zumindest über eine erste und eine zweite Spuleneinheit verfügt, mit einem mit einem Ventilglied zusammenwirkenden oder dieses bildenden, zumindest teilweise in der Spuleneinrichtung angeordneten und axial zwischen zwei Schaltstellungen bewegbaren Anker und mit einer den Anker an seinem ersten axialen Anker-Endbereich mit einer Stellkraft in Richtung einer ersten Schaltstellung beaufschlagenden Rückstelleinrichtung, die von einer Permanentmagneteinrichtung gebildet ist, deren Permanentmagnetfeld die den Anker in Richtung der ersten Schaltstellung beaufschlagende Stellkraft liefert, wobei das von der ersten Spuleneinheit erzeugbare erste Spulenmagnetfeld unter Überlagerung des Permanentmagnetfeldes der Permanentmagneteinrichtung auf den ersten Anker-Endbereich einwirkt und zum Umschalten des Ankers aus der ersten in die zweite Schaltstellung dem Permanentmagnetfeld entgegengesetzt ist, und wobei das von der zweiten Spuleneinheit erzeugbare zweite Spulenmagnetfeld auf den axial entgegengesetzten zweiten Anker-Endbereich einwirkt.

Ein Magnetventil dieser Art geht aus DE 44 39 695 A1 hervor. In diesem bekannten Falle sind zwei Spuleneinheiten vorhanden, in denen ein beweglicher Anker angeordnet ist. Des Weiteren ist eine Permanentmagneteinrichtung vorgesehen, die den Anker in Richtung einer ersten Schaltstellung beaufschlagt. Wird ausgehend hiervon die erste Spuleneinheit bestromt, erfolgt eine Schwächung der aus der Permanentmagneteinrichtung resultierenden Haltekraft. Der Strom durch die erste Spuleneinheit wird soweit erhöht, daß die Haltekraft der Permanentmagneteinrichtung gerade neutralisiert wird. Soll der Anker in eine zweite Schaltstellung bewegt werden, erfolgt eine Bestromung der zweiten Spuleneinheit. Dabei wird der Anker so lange in der zweiten Schaltstellung gehalten, wie ein ausreichend großer Strom durch die Spuleneinheit fließt. Zum neuerlichen Zurückstellen des Ankers genügt es, beide Spuleneinheiten stromlos zu schalten. Der Anker wird dann aufgrund der Kraft des Permanentmagnetfeldes in die erste Schaltstellung zurückbewegt.

Bei dem bekannten Magnetventil hängt die Umschaltgeschwindigkeit des Ankers beim Umschalten aus der zweiten Schaltstellung in die erste Schaltstellung fast ausschließlich von der Stärke des Permanentmagnetfeldes ab. In dem Bestreben nach einer höheren Umschaltgeschwindigkeit wäre es daher denkbar, ein entsprechend starkes Permanentmagnetfeld zu wählen. Dies würde allerdings dazu führen, daß zumindest die erste Spuleneinheit beim Umschalten des Ankers aus der ersten in die zweite Schaltstellung ein stärkeres Magnetfeld aufbauen müßte, um das Permanentmagnetfeld zu neutralisieren. Hierzu wären in aller Regel bauliche Maßnahmen erforderlich, die das Magnetventil teurer und in den Abmessungen vergrößern würden. Zum andern ließe sich auch eine höhere Bestromung der ersten Spuleneinheit kaum vermeiden, was einen erhöhten Energieverbrauch und eine stärkere Wärmeentwicklung zur Folge hätte.

Es ist somit die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Magnetventil der eingangs genannten Art zu schaffen, das ohne erhöhten Energieaufwand und unter Beibehaltung kompakter Abmessungen ein schnelleres Zurückschalten von der zweiten in die erste Schaltstellung ermöglicht.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist gemäß dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 vorgesehen, daß die beiden Spuleneinheiten durch eine Diodenschaltung derart elektrisch miteinander verbunden sind, daß die beim Abschalten der zweiten Spuleneinheit induzierte Abschaltspannung in

der bereits abgeschalteten ersten Spuleneinheit ein dem Permanentmagnetfeld überlagertes, diesem gleichgerichtetes erstes Spulenmagnetfeld erzeugt.

Wird nunmehr die Stromzufuhr zur zweiten Spuleneinheit bei in der zweiten Schaltstellung befindlichem Anker unterbrochen, sorgt die Diodenschaltung dafür, daß die in der zweiten Spuleneinheit induzierte Abschaltspannung kurzzeitig einen Stromfluß in der ersten Spuleneinheit bewirkt. Dadurch induziert die erste Spuleneinheit kurzzeitig ebenfalls ein Magnetfeld, das dem Permanentmagnetfeld gleichgerichtet ist, so daß sich die beiden Magnetfelder addieren. Das resultierende stärkere Gesamtmagnetfeld übt eine hohe Kraft auf den Anker aus, so daß dieser schneller umgeschaltet wird. Diese höhere Umschaltgeschwindigkeit wird ohne zusätzlich aufzubringende elektrische Energie erreicht, so daß ein sparsamer Betrieb des Magnetventils möglich ist.

Zwar ist aus PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN M-49, 1981, Vol. 5 JP 55-135280 (A) bereits bekannt, sogenannte Freilaufdiode parallel zur Wicklung einer Spule zu schalten. Die vorteilhafte Verwendung einer Diodenschaltung zum Erreichen einer beschleunigten Umschaltbewegung des Ankers wird allerdings nicht angeregt. Im übrigen kommt bei diesem bekannten Magnetventil, wie auch bei dem in der DE 27 57 803 A1 beschriebenen, nur eine einzige Spuleneinheit zur Anwendung.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Zugunsten einer besonders kompakten Ausführungsform sind die Spuleneinheiten vorzugsweise koaxial aufeinanderfolgend angeordnet. Der Anker ist insbesondere stets vollständig innerhalb der Spuleneinrichtung in der von dieser definierten Ankeraufnahme angeordnet.

Eine besonders gute Wirkung der Permanentmagneteinrichtung ergibt sich, wenn diese dem ersten Anker-Endbereich axial vorgelagert ist. Sie kann hierbei zugunsten kompakter axialer Abmessungen innerhalb der ersten Spuleneinheit angeordnet sein.

Es empfiehlt sich, das Permanentmagnetfeld symmetrisch in den beweglichen Anker einzuleiten. Daher ist es zweckmäßig, die Permanentmagneteinrichtung mit Bezug zum Querschnitt der Ankeraufnahme mittig anzurordnen. Andererseits ist es von Vorteil, einen von dem Ventilglied zu steuernden Fluidkanal derart vorzusehen, daß er ebenfalls mittig zum Ventilglied bzw. zum Anker hin in die Ankeraufnahme einmündet. Um hierbei auf eine Permanentmagneteinrichtung einfachen Aufbaues und ohne zentrale Bohrung zurückgreifen zu können, ist es zweckmäßig, den betreffenden ersten Fluidkanal an der Permanentmagneteinrichtung vorbeizuführen und in einer im Anschluß daran angeordneten Zwischenplatte so anzurordnen, daß seine Öffnung die gewünschte Lage hat. Die Zwischenplatte besteht zweckmäßig aus ferromagnetischem Material, damit in der ersten Schaltstellung kein Luftspalt zwischen der Permanentmagneteinrichtung und dem Anker vorliegt, wobei die ferromagnetische Zwischenplatte infolge ihres größeren Querschnitts zudem in der Lage ist, das Permanentmagnetfeld großflächig über den Querschnitt des Ankers zu verteilen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen:

Fig. 1 eine bevorzugte Bauform des erfindungsgemäßen Magnetventils im Längsschnitt, wobei der hier gleichzeitig das Ventilglied bildende Anker in der ersten Schaltstellung gezeigt ist und wobei eine bevorzugte Ansteuerschaltung zur Betätigung des Magnetventils angedeutet ist,

Fig. 2 das Magnetventil aus Fig. 1 bei in die zweite Schaltstellung umgeschaltetem Anker bzw. Ventilglied und

Fig. 3 einen Querschnitt durch das Magnetventil im Be-

reich der Permanentmagneteinrichtung gemäß Schnittlinie III-III aus Fig. 1.

Das beispielsgemäße Magnetventil 1 ist als 3/2-Wegeventil ausgebildet. Die Fig. 1 zeigt es in einem an einem Grundkörper 2 montierten Zustand, wo zwei in ihm ausgebildete Fluidkanäle 3, 4 mit Kanälen 5, 6 des Grundkörpers 2 kommunizieren. Der eine Fluidkanal 3 ist ein Speisekanal und steht über den zugeordneten Kanal 5 des Grundkörpers 2 mit einer nicht näher dargestellten Druckmittelquelle in Verbindung. Der zweite Fluidkanal 4 ist beispielsgemäß ein Arbeitskanal, der über den zugeordneten Kanal 6 des Grundkörpers 2 mit einem nicht näher dargestellten Verbraucher verbindbar ist. Ein weiterer, dritter Fluidkanal 7 des Magnetventils 1 ist als Entlüftungskanal ausgebildet. Er mündet wie die übrigen Fluidkanäle 3, 4 zur Außenfläche des Ventilgehäuses 8 des Magnetventils 1 aus. Bei Bedarf kann dort ein Schalldämpfer oder eine weiterführende Leitung zum Fassen der Abluft angeschlossen sein.

Im Ventilgehäuse 8 des elektrisch betätigbaren Magnetventils 1 ist eine Spuleneinrichtung angeordnet, die beim Ausführungsbeispiel aus zwei separaten Spuleneinheiten 12, 13 besteht. Diese jeweils ringförmigen Spuleneinheiten 12, 13 sind koaxial zueinander angeordnet und haben beispielsgemäß die gleichen Abmessungen. Jede Spuleneinheit 12, 13 steht mit zwei Kontaktelementen 14, 15; 14', 15' in Verbindung, über die zur Betätigung eine Bestromung bzw. eine Beaufschlagung mit einer Versorgungsspannung möglich ist, die von einer Versorgungs-Spannungsquelle 16 geliefert wird.

Die beiden Spuleneinheiten 12, 13 sind umfangsseitig im Bereich ihrer äußeren Mantelfläche von einem gemeinsamen, vorzugsweise aus ferromagnetischem Material bestehenden Hüllkörper 17 des Ventilgehäuses 8 umgeben. Die Spuleneinheiten 12, 13 sind axial zueinander beabstandet, wobei in dem Zwischenraum ein ebenfalls vorzugsweise aus ferromagnetischem Material bestehender Zwischenring 18 koaxial angeordnet ist. Ferner ist jede Spuleneinheit 12, 13 an ihrer der jeweils anderen Spuleneinheit 13, 12 entgegengesetzten Axelseite von einem wiederum zweckmäßigerweise aus ferromagnetischem Material bestehenden, insbesondere deckelartigen Abschlußelement 22, 23 flankiert. Diese Abschlußelemente 22, 23 stehen umfangsseitig mit dem Hüllkörper 17 in Verbindung, in den sie beispielsgemäß eingesteckt und insbesondere eingepreßt sind. Gemeinsam bilden die Abschlußelemente 22, 23, der Hüllkörper 17 und der Zwischenring 18 eine Jocheinrichtung 24.

Die beiden Spuleneinheiten 12, 13 bilden gemeinsam die umfangsseitige Begrenzung einer zylindrischen Ankeraufnahme 25, die an ihren beiden Axialseiten durch die Abschlußelemente 22, 23 begrenzt ist. In dieser Ankeraufnahme 25 ist ein aus ferromagnetischem Material bestehender bewegbarer Anker 26 gemäß Doppelpfeil 27 axial zwischen zwei Schaltstellungen verschiebbar angeordnet. Er bildet beim Ausführungsbeispiel gleichzeitig das bewegliche Ventilglied 28 des Magnetventils 1.

In Fig. 1 ist die erste Schaltstellung des bewegbaren Ankers 26 bzw. Ventilgliedes 28 illustriert. Der Anker liegt hierbei mit der Stirnseite seines in Fig. 1 nach unten weisenden ersten axialen Anker-Endbereiches 32 an einem gehäusefesten ersten Anschlagkörper 34 an. Gleichzeitig ist die Stirnseite des entgegengesetzten zweiten axialen Anker-Endbereiches 33 mit Abstand zu einem gegenüberliegenden gehäusefesten zweiten Anschlagkörper 35 angeordnet, so daß ein Luftspalt 36 vorliegt. Diese erste Schaltstellung ist beim Ausführungsbeispiel die vom Anker 26 normalerweise eingenommene Ausgangsstellung.

Aus Fig. 2 geht die umgeschaltete zweite Schaltstellung des bewegbaren Ankers 26 hervor. Diese ist dadurch defi-

niert, daß der bewegbare Anker 26 an dem zweiten Anschlagkörper 35 anliegt, so daß nunmehr ein Luftspalt 36 zwischen dem bewegbaren Anker 26 und dem ersten Anschlagkörper 34 vorliegt.

Das beispielsgemäße Magnetventil 1 ist als Öffner ausgebildet. Die erste Schaltstellung ist eine Schließstellung. Hier sitzt das Ventilglied 28 mit einem an der Stirnfläche seines ersten Anker-Endbereiches 32 vorgesehenen, insbesondere gummielastischen Verschlußkörper 37 auf einem Ventilsitz 38 auf, der an der zugewandten Seite des ersten Anschlagkörpers 34 vorgesehen ist und dort eine Öffnung 42 des Speisekanals 3 umschließt. Dieser Speisekanal 3 ist dadurch abgesperrt. Gleichzeitig ist hierbei ein an der entgegengesetzten Stirnseite des Ventilgliedes 28 vorgesehener zweiter Verschlußkörper 43 von einer an dem zweiten Anschlagkörper 35 vorgesehenen Öffnung 44 des Entlüftungskanals 7 abgehoben. Dadurch liegt eine Verbindung des Entlüftungskanals 7 mit dem Arbeitskanal 4 vor. Hergestellt wird diese Verbindung über einen das Ventilglied 28 in Längsrichtung durchziehenden Durchgangskanal 45, der an beiden Stirnflächen des Ventilgliedes 28 bzw. bewegbaren Ankers 26 ausmündet. Die entsprechenden Mündungen liegen jeweils neben dem zugeordneten Verschlußkörper 37, 43, wobei der am ersten Anker-Endbereich 32 vorgesehenen Mündung eine Öffnung des Arbeitskanals 4 gegenüberliegt, die an dem ersten Anschlagkörper 34 vorgesehen ist. Auf diese Weise ist der Arbeitskanal 4 über den Durchgangskanal 45, den Luftspalt 36 und den Entlüftungskanal 7 entlüftet, während gleichzeitig der Speisekanal 3 abgesperrt ist.

In der aus Fig. 2 hervorgehenden zweiten Schaltstellung liegt der zweite Verschlußkörper 43 an dem zweiten Anschlagkörper 35 an und verschließt die Öffnung 44 des Entlüftungskanals 7. Da der erste Verschlußkörper 37 hierbei von der Öffnung 42 des Speisekanals 3 abgehoben ist, steht letzterer über den Luftspalt 36' und die weitere Öffnung 46 des ersten Anschlagkörpers 34 mit dem Arbeitskanal 4 in Verbindung, der somit mit Druckmedium, insbesondere Druckluft, versorgt wird.

Dem beispielsgemäß unabhängig von der eingenommenen Schaltstellung jeweils vollständig innerhalb der Spuleneinrichtung 12, 13 aufgenommenen bewegbaren Anker 26 ist eine Rückstelleinrichtung zugeordnet, die ihn ständig in Richtung der ersten Schaltstellung gemäß Fig. 1 beaufschlägt. Diese Rückstelleinrichtung ist von einer Permanentmagneteinrichtung 47 gebildet, die so angeordnet ist, daß das von ihr erzeugte Permanentmagnetfeld 48 – soweit der bewegbare Anker 26 betroffen ist – überwiegend auf den ersten axialen Anker-Endbereich einwirkt. Dadurch erfährt der bewegbare Anker 26 ständig eine durch Pfeil 52 ange deutete magnetische Stellkraft 52, die in Richtung der Schließstellung wirkt und den bewegbaren Anker 26 bei elektrisch abgeschalteten Spuleneinheiten 12, 13 fest in die erste Schaltstellung drückt.

Beispielsgemäß ist die Permanentmagneteinrichtung 47 sehr einfach aufgebaut. Sie besteht hier aus einem einzigen permanentmagnetischen Magnetstück 53, das dem ersten Anker-Endbereich 32 mit Abstand axial vorgelagert ist. Es sitzt beim Ausführungsbeispiel axial zwischen dem Abschlußelement 22 und dem ersten Anschlagkörper 34. Wie der erste Anschlagkörper 34 befindet es sich zweckmäßigerweise innerhalb der ersten Spuleneinheit 12 und somit innerhalb der Ankeraufnahme 25. Es liegt mit Bezug zur Längsachse der Ankeraufnahme 25 eine insbesondere axiale Polarisierung der Permanentmagneteinrichtung 47 vor, die im übrigen durchaus mehrteilig ausgebildet sein könnte.

Das von der Permanentmagneteinrichtung 47 erzeugte Permanentmagnetfeld 48 verläuft in der ersten Schaltstellung durch den ersten Anschlagkörper 34, anschließend

durch den zugeordneten ersten Anker-Endbereich 32 bis etwa in den Bereich des Zwischenringes 18, sodann über diesen Zwischenring 18, den Hüllkörper 17 und das erste Abschlußelement 22 zurück zur Permanentmagneteinrichtung 47.

Der der Permanentmagneteinrichtung 47 zum bewegbaren Anker 26 hin axial vorgelagerte erste Anschlußkörper 34 besteht vorzugsweise aus ferromagnetischem Material und bildet eine Zwischenplatte 54, die zur Vermeidung von Luftsäulen unmittelbar an der Permanentmagneteinrichtung 47 anliegt, die ihrerseits in unmittelbarem Kontakt mit dem Abschlußelement 22 steht. Die Zwischenplatte 54 ist zweckmäßigerweise in die Ankeraufnahme 25 axial eingepreßt, so daß die Permanentmagneteinrichtung 47 zwischen ihr und dem Abschlußelement 22 gehalten ist.

Durch entsprechende Bestromung der ersten Spuleneinheit 12 läßt sich ein strichpunktiert angedeutetes erstes Spulenmagnetfeld 55 erzeugen, welches das Permanentmagnetfeld 48 der Permanentmagneteinrichtung 47 überlagert und zugleich entgegengesetzt gerichtet bzw. polarisiert ist. Da auch dieses erste Spulenmagnetfeld 55 auf den ersten Anker-Endbereich 32 einwirkt, erfährt der bewegbare Anker 26 eine der vom Permanentmagnetfeld 48 hervorgerufenen Stellkraft 52 entgegengesetzte, in Richtung der zweiten Schaltstellung wirkende Kraft. Als Folge wird die Stellkraft 52 der Permanentmagneteinrichtung 47 geschwächt und kann je nach Stärke des ersten Spulenmagnetfeldes 55 wirkungsmäßig sogar völlig gelöscht werden.

Diesen Effekt macht man sich beim Umschalten des Magnetventils 1 zunutze. Um den Anker 26 bzw. das Ventilglied 28 in die zweite Schaltstellung umzuschalten, wird die zweite Spuleneinheit 13 elektrisch erregt, so daß sie ein strichpunktiert angedeutetes zweites Spulenmagnetfeld 56 erzeugt, das auf den zweiten Anker-Endbereich 33 einwirkt. Dieses zweite Spulenmagnetfeld 56 verläuft durch den zweiten Anker-Endbereich 33, den sich anschließenden zweiten Anschlagkörper 35, das Abschlußelement 23, den Hüllkörper 17 und den Zwischenring 18 zurück zum Anker 26. Hierbei bildet der zweite Anschlagkörper 35 einen aus ferromagnetischem Material bestehenden feststehenden Anker, der vorzugsweise ein Stückig mit dem zugeordneten Abschlußelement 23 verbunden ist und ein Stück weit in die zweite Spuleneinheit 13 bzw. die Ankeraufnahme 25 hineinragt.

Die Länge des bewegbaren Ankers 26 und seine Axialposition innerhalb der Ankeraufnahme 25 ist vorzugsweise so gewählt, daß die beiden Anker-Endbereiche jeweils innerhalb einer der beiden Spuleneinheiten 12, 13 zu liegen kommen, und zwar zweckmäßigerweise etwa im mittleren Bereich der axialen Länge einer jeweiligen Spuleneinheit 12, 13.

Um den Anker 26 aus der ersten in die zweite Schaltstellung umzuschalten, werden zweckmäßigerweise beide Spuleneinheiten 12, 13 gleichzeitig bestromt. Hierzu werden beim Ausführungsbeispiel die beiden zwischen den einen Pol (+) und jeweils ein Kontaktelement 14, 14' zwischengeschalteten Schalteinrichtungen 57, 57' betätigt. Die beiden anderen Kontaktelemente 15, 15' einer jeweiligen Spuleneinheit 13 stehen mit dem anderen Pol (-) der Versorgungs-Spannungsquelle 16 in Verbindung.

Durch die gleichzeitige Betätigung der beiden Spuleneinheiten 12, 13 wird das Permanentmagnetfeld 48 durch das erzeugte Gegenfeld geschwächt bzw. aufgehoben, und gleichzeitig bewirkt das zweite Spulenmagnetfeld 56 ein axiales Verlagern des bewegbaren Ankers 26 zum Schließen des Luftsäulentes 36 bis zum Erreichen der zweiten Schaltstellung gemäß Fig. 2. Da die Stellkraft 52 der Permanentmagneteinrichtung 47 hierbei keine oder nurmehr eine unterge-

ordnete Rolle spielt, kann der Umschaltvorgang mit sehr geringer Magnetkraft hervorgerufen werden, so daß Spulen-einheiten mit kleiner Baugröße verwendbar sind und sich dennoch hohe Schaltgeschwindigkeiten verwirklichen lassen.

Ist die zweite Schaltstellung gemäß Fig. 2 erreicht, wird zweckmäßigerweise die erste Spuleneinheit 12 durch öffnen des ihr zugeordneten Schalters 57' elektrisch abgeschaltet. Da zwischen dem ersten Anker-Endbereich 32 und der ebenfalls nach Art eines feststehenden Ankers wirkenden Zwischenplatte 54 ein Luftsäulente 36 vorliegt, ist die magnetische Anzugskraft reduziert, so daß auch ohne entgegengesetztes wirkendes erstes Spulenmagnetfeld 55 eine geringe Magnetkraft der zweiten Spuleneinheit 13 ausreicht, um den Anker 26 in der zweiten Schaltstellung zu halten. Dadurch wird insgesamt ein nur geringer Haltestrom benötigt, was einen energiesparenden Betrieb erlaubt und übermäßige Wärmeentwicklung verhindert.

Um den Rückschaltvorgang aus der zweiten Schaltstellung in die erste Schaltstellung zu initiieren, würde es prinzipiell genügen, auch die zweite Spuleneinheit 13 elektrisch abzuschalten. Das ständig anliegende Permanentmagnetfeld 48 zieht den bewegbaren Anker 26 – obwohl durch den anfänglich größeren Luftsäulente 36 geschwächt – in die Ausgangsstellung zurück. Um diesen Rückschaltvorgang zu unterstützen und auch bei dieser Schaltrichtung eine äußerst hohe Schaltgeschwindigkeit zu erhalten, ist beispielsgemäß eine weitere Besonderheit vorgesehen. So sind die beiden Spuleneinheiten 12, 13 durch eine einfache Diodenschaltung 58 derart elektrisch miteinander verbunden, daß die beim Abschalten der zweiten Spuleneinheit 13 durch Induktion entstehende negative Abschaltspannungsspitze in der bereits abgeschalteten ersten Spuleneinheit 12 ein dem Permanentmagnetfeld 48 überlagertes, diesem gleichgerichtetes erstes Spulenmagnetfeld 56 erzeugt.

Erreicht wird dies beispielsgemäß dadurch, daß eine Freilaufdiode 62 zwischen zwei Anschlüsse 14, 14' der beiden Spuleneinheiten 12, 13 geschaltet ist, die mit dem gleichen Pol (+) der Versorgungs-Spannungsquelle 16 verbunden sind. Es handelt sich beispielsgemäß um die Kontaktelemente 14, 14', in deren Verbindung zum gleichnamigen Pol – hier: dem Pluspol – jeweils eine Schalteinrichtung 57, 57' eingeschaltet ist. Bei üblicher Betätigung sperrt die Freilaufdiode 62. Die infolge des Öffnens der zugeordneten Schalteinrichtung 57 induzierte negative Abschaltspannungsspitze führt jedoch kurzzeitig zu einem Stromfluß durch die Freilaufdiode 62 und durch die zweite Spuleneinheit 13, wobei wegen der nun umgekehrten Stromflußrichtung in der zweiten Spuleneinheit 13 das von ihr erzeugte erste Spulenmagnetfeld 55 entgegengesetzt polarisiert ist, verglichen mit dem zum Umschalten zwischen der ersten und der zweiten Schaltstellung hervorgerufenen und zur Schwächung des Permanentmagnetfeldes 48 eingesetzten ersten Spulenmagnetfeld 55. Somit erfährt der bewegliche Anker 26 eine Kraftverstärkung und eine hohe Beschleunigung, was kurze Schaltzeiten ermöglicht.

Um ein Magnetstück 53 einfachen Aufbaues verwenden zu können, das insbesondere keine Bohrungen besitzt und das wie beim Ausführungsbeispiel klotzähnlich gestaltet ist, ist zweckmäßigerweise eine Permanentmagneteinrichtung 47 vorgesehen, deren Querschnittsabmessungen geringer sind als diejenigen der Ankeraufnahme 25. Die entsprechend ausgestaltete Permanentmagneteinrichtung 47 ist mit Bezug zum Querschnitt der Ankeraufnahme 25 zentral bzw. mittig angeordnet (Fig. 3), wobei im Falle des Ausführungsbeispiels radial zwischen der Uinfangsfläche der Ankeraufnahme 25 und der Umfangsfläche der Permanentmagneteinrichtung 47 ein Ringraum 63 verbleibt, in den ein aus unma-

gnetisierbarem Material bestehender Ringkörper 64 eingesetzt ist. Dieser Ringkörper 64 sitzt somit axial zwischen dem mit einem kurzen Fortsatz axial in die Ankeraufnahme 25 hineinragenden ersten Abschlußelement 22 und der an der Permanentmagneteinrichtung 47 anliegenden Zwischenplatte 54. Hierbei hat die Zwischenplatte 54 im Vergleich zur Permanentmagneteinrichtung 47 einen größeren Querschnitt und füllt den Querschnitt der Ankeraufnahme 25 insbesondere vollständig aus. Dadurch wird das von der Permanentmagneteinrichtung 47 erzeugte Permanentmagnetfeld 48 gleichmäßig über den Querschnitt verteilt und kann somit über einen großen Querschnitt auf den Anker 26 einwirken.

Der Ringkörper 64 ist axial von zwei Ringkörperkanälen 65, 65' durchsetzt, die Bestandteile der beiden Fluidkanäle 3, 4 darstellen. Sie sind jeweils zwischen einem das Abschlußelement 22 durchsetzenden äußeren Kanalabschnitt 66, 66' und einem die Zwischenplatte 54 durchsetzenden inneren Kanalabschnitt 67, 67' angeordnet. Die äußeren Kanalabschnitte 66, 66' münden an der Außenseite des Abschlußelements 22 aus, die inneren Kanalabschnitte 67, 67' münden über die oben erwähnten Öffnungen 42, 44 in den den Anker 26 enthaltenden Abschnitt der Ankeraufnahme 25.

Während der zum Arbeitskanal 4 gehörende innere Kanalabschnitt 67 die Zwischenplatte 54 geradlinig axial durchsetzt, hat der zum Speisekanal 3 gehörende innere Kanalabschnitt 67 im Innern der Zwischenplatte 54 einen abgewinkelten Verlauf, da die dem Ventilsitz 38 zugeordnete Öffnung 32 mittig angeordnet ist, während der mit diesem inneren Kanalabschnitt 67' kommunizierende Ringkörperkanal 65 radial weiter außen in der Nähe des Randes der Ankeraufnahme verläuft. Auf diese Weise wird die Permanentmagneteinrichtung 47 durch den Kanalverlauf umgangen, und man erreicht eine zentrale Anordnung des Ventilsitzes 38 bei gleichzeitig zentraler Anordnung der Permanentmagneteinrichtung 47.

Die Übergangsbereiche zwischen den Ringkörperkanälen 65, 65' und den zugeordneten inneren und äußeren Kanalabschnitten 66, 66'; 67, 67' sind zweckmäßigerweise abgedichtet. Entsprechende Dichtungen sind bei 68 angedeutet. Sie können von einer aus Dichtmaterial bestehenden Beschichtung der beiden Axialseiten des Ringkörpers 64 gebildet sein.

Das beispielsgemäße Magnetventil benötigt keine mechanische Federeinrichtung zur Vorgabe der die Ausgangsstellung darstellenden ersten Schaltstellung. Die Vorspannung übernimmt das Permanentmagnetfeld 48, wobei vorteilhaft ist, daß sich die von diesem Permanentmagnetfeld 48 erzeugte Stellkraft mit zunehmender Entfernung des bewegbaren Ankers 26 von der ersten Schaltstellung verringert. Bei konventionellen Magnetventilen mit mechanischen Federeinrichtungen tritt im Gegensatz dazu während des Umschaltvorganges eine Erhöhung der Rückstellkraft auf.

Bei 69 sind noch Dichtringe zu erkennen, die im Bereich der äußeren Mündungen der Fluidkanäle 3, 4 zwischen dem Ventilgehäuse 8 und dem Grundkörper 2 zur Abdichtung des Fluidüberganges zu den Grundkörperkanälen 5, 6 zwischengefügt sind.

gen bewegbaren Anker (26) und mit einer den Anker an seinem ersten axialen Anker-Endbereich (32) mit einer Stellkraft (52) in Richtung einer ersten Schaltstellung beaufschlagenden Rückstelleinrichtung, die von einer Permanentmagneteinrichtung (47) gebildet ist, deren Permanentmagnetfeld (48) die den Anker (26) in Richtung der ersten Schaltstellung beaufschlagende Stellkraft (52) liefert, wobei das von der ersten Spulen- einheit erzeugbare erste Spulenmagnetfeld (55) unter Überlagerung des Permanentmagnetfeldes (48) der Permanentmagneteinrichtung (47) auf den ersten Anker-Endbereich (32) einwirkt und zum Umschalten des Ankers (26) aus der ersten in die zweite Schaltstellung dem Permanentmagnetfeld (48) entgegengesetzt ist, und wobei das von der zweiten Spuleneinheit (13) erzeugbare zweite Spulenmagnetfeld (56) auf den axial entgegengesetzten zweiten Anker-Endbereich (33) einwirkt, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Spuleneinheiten (12, 13) durch eine Diodenschaltung (58) derart elektrisch miteinander verbunden sind, daß die beim Abschalten der zweiten Spuleneinheit (13) induzierte Abschaltspannung in der bereits abgeschalteten ersten Spuleneinheit (12) ein dem Permanentmagnetfeld (48) überlagertes, diesem gleichgerichtetes erstes Spulenmagnetfeld (56) erzeugt.

2. Magnetventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Diodenschaltung von einer Freilaufdiode (62) gebildet ist.

3. Magnetventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Freilaufdiode (62) zwischen zwei Anschlüssen (14, 14') der beiden Spuleneinheiten (12, 13) geschaltet ist, die mit dem gleichen Pol der Vorsorgungs-Spannungsquelle (16) verbunden oder verbindbar sind.

4. Magnetventil nach einem der Ansprüche 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Spuleneinheiten (12, 13) koaxial aufeinanderfolgend angeordnet sind.

5. Magnetventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der bewegliche Anker (26) stets vollständig innerhalb der Spuleneinrichtung (12, 13) angeordnet ist.

6. Magnetventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Permanentmagneteinrichtung (47) dem ersten Anker-Endbereich (32) axial vorgelagert angeordnet ist.

7. Magnetventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Permanentmagneteinrichtung (47) innerhalb der ersten Spuleneinheit (12) angeordnet ist.

8. Magnetventil nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Permanentmagneteinrichtung (47) mit Bezug zum Querschnitt der von der Spuleneinrichtung (12, 13) umschlossenen Ankeraufnahme mittig angeordnet ist, wobei an der dem Anker (26) zugewandten Seite der Permanentmagneteinrichtung (47) eine einen größeren Querschnitt als die Permanentmagneteinrichtung (47) aufweisende ferromagnetische Zwischenplatte (54) anliegt, und wobei ein erster Fluidkanal (3) an der Permanentmagneteinrichtung (47) vorbeigeführt ist, der die Zwischenplatte (54) durchsetzt und über eine zentrale Öffnung (42) zu dem den bewegbaren Anker (26) enthaltenden Abschnitt der Ankeraufnahme (25) ausmündet, wo ihr eine mit dem Anker (26) verbundene Verschlußpartie (37) des Ventiliades (28) gegenüberliegt.

9. Magnetventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiterer, an der Permanentmagneteinrichtung (47) vorbeigeführter Fluidkanal (4) durch die Zwischenplatte (54) hindurch zu dem den beweg-

#### Patentansprüche

1. Magnetventil, mit einer bestrombaren Spuleneinrichtung, die zumindest über eine erste und eine zweite Spuleneinheit (12, 13) verfügt, mit einem mit einem Ventilglied (28) zusammenwirkenden oder dieses bildenden, zumindest teilweise in der Spuleneinrichtung angeordneten und axial zwischen zwei Schaltstellun-

baren Anker (26) aufnehmenden Abschnitt der Anker-  
aufnahme (25) ausmündet, wobei seiner Öffnung (46)  
die Mündung eines den Anker (26) durchsetzenden  
Durchgangskanals (45) gegenüberliegt, über den die  
Verbindung zu einem dem entgegengesetzten anderen 5  
Anker-Endbereich (33) zugeordneten weiteren Fluid-  
kanal (7) herstellbar ist.

10. Magnetventil nach Anspruch 8 oder 9, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß ein jeweiliger, an der Permanentma-  
gneteinrichtung (47) vorbeigeführter Fluidkanal (3, 4) 10  
in einem die Permanentmagneteinrichtung (47) um-  
schließenden, aus nichtmagnetisierbarem Material be-  
stehenden Ringkörper (64) ausgebildet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

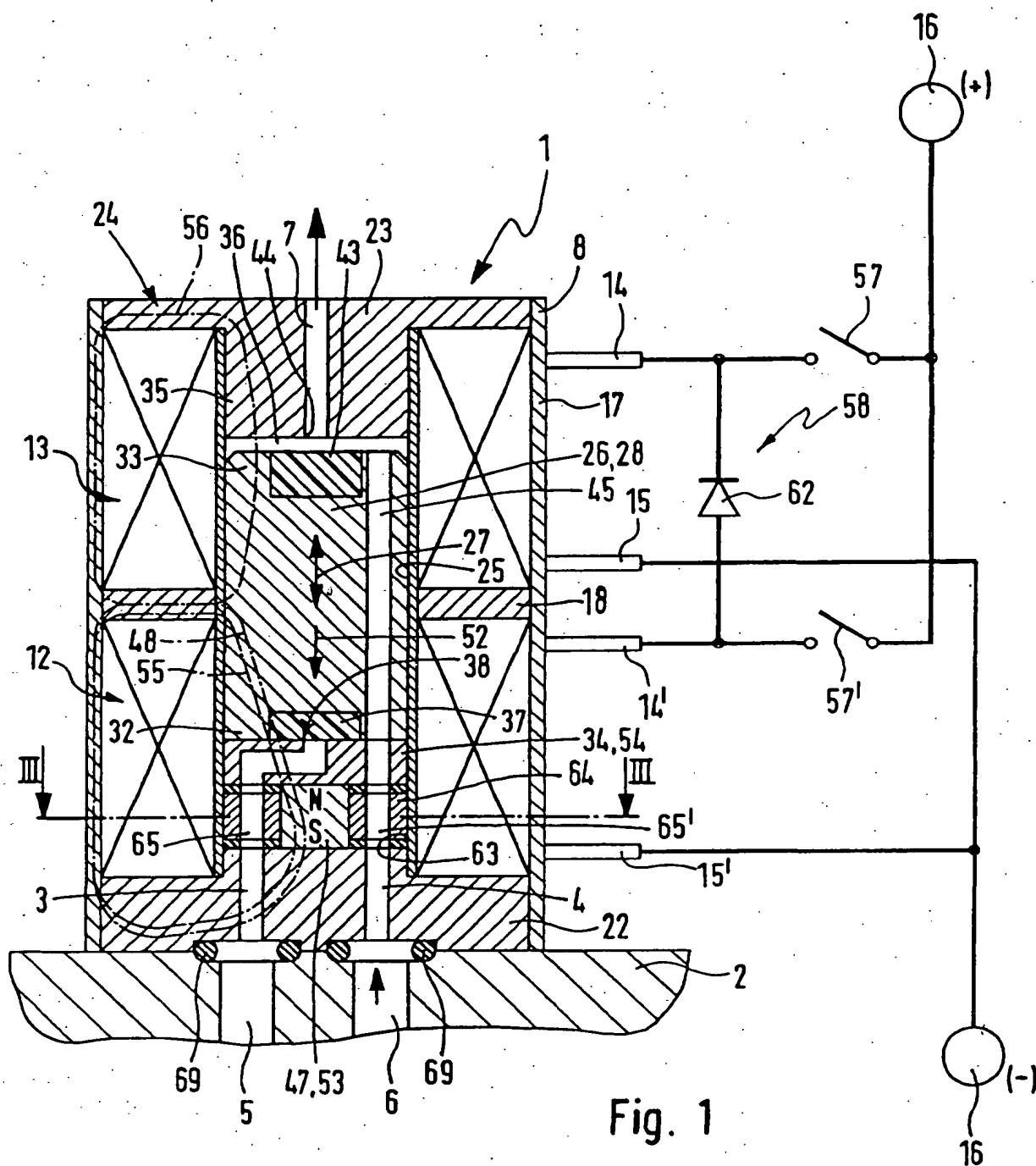
45

50

55

60

65



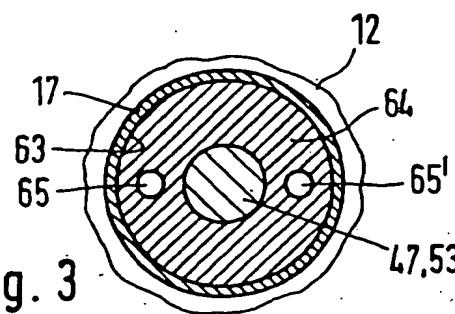


Fig. 3

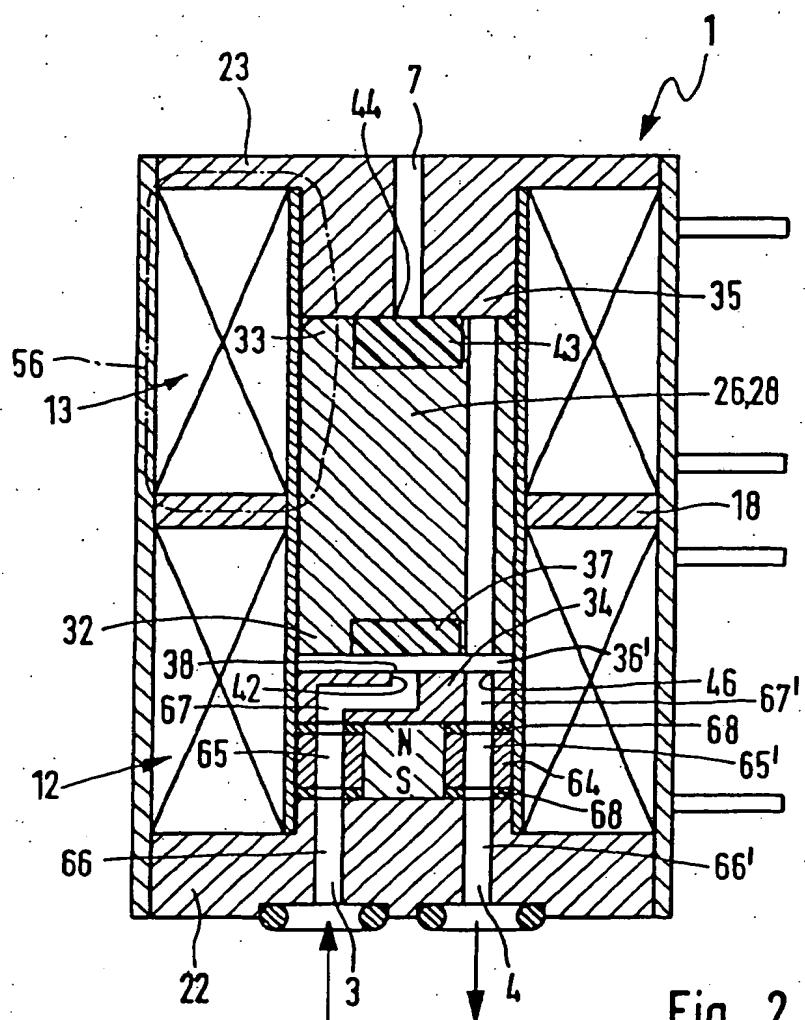


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.